

Sintesis Nanopartikel Emas dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L) Yang Dimodifikasi 2,4,6-Tritol-1,3,5-Triazin Untuk Sensor Melamin

Yenni Octaviana*, Muhammad Zakir, Indah Raya

^{a)} Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, Makassar 90245

^{b)} Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea, Makassar, Indonesia 90245.

*E-mail : yoctaviana@gmail.com.

Abstrak

Sintesis nanopartikel emas telah dilakukan dengan metode reduksi menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh yang dimodifikasi dengan 2,4,6-tritol-1,3,5-triazin untuk sensor melamin. Nanopartikel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, FT-IR, PSA dan XRD. Hasil analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa telah terbentuk nanopartikel emas yang ditandai dengan munculnya serapan pada panjang gelombang 533,00 nm dengan waktu optimum yaitu 1 hari, dan nanopartikel emas (penambahan TMT) muncul serapan pada panjang gelombang 528 nm dengan waktu optimum 2 hari. Berdasarkan karakterisasi menggunakan FT-IR diduga bahwa senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing yang mampu mereduksi Au^{3+} menjadi Au^0 ditandai dengan pergeseran bilangan gelombang pada gugus O-H, -C-O dan -C=O. Ukuran rata-rata partikel yang dihasilkan yaitu 1899 nm. Selanjutnya karakterisasi dengan menggunakan XRD diperoleh bahwa muncul puncak-puncak pola difraksi pada 2θ yaitu 37,8; 44,0; dan 64,4 yang menunjukkan keberadaan dari nanopartikel emas. Selanjutnya pengaplikasian nanopartikel emas sebagai sensor melamin menunjukkan bahwa nanopartikel emas yang telah dimodifikasi mampu mendeteksi melamin pada konsentrasi 0,1-100 ppm yang ditandai dengan perubahan warna dan pergeseran absorbansi yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Kata Kunci : Nanopartikel emas, daun belimbing, TMT, melamin, karakterisasi.

Abstract

The synthesis of gold nanoparticles has been carried out by using a reduction method using a leaf bilimbi extract modified with 2,4,6-triazine-1,3,5-tritol for melamine sensor. The result of gold nanoparticles were characterized by using UV-Vis spectrophotometer, FT-IR, PSA and XRD. The UV-Vis spectrophotometer characterization results indicated that gold nanoparticles had been formed, which is Show at 533.00 nm wavelength 24 hours, the addition of TMT showed optimum time is 48 hours. Based on the FT-IR characterized results, showed indicated that tannin was reduced the oxidation number of Au from Au^{3+} to Au^0 by a shift wave number on the group -O-H, -C-O and C=O. The average size of particles is 1899 nm, while characterized by XRD appeared peak at 2θ diffraction is 37.8; 44.0; and 64.4 were indicated the presence of gold nanoparticles. The application of gold nanoparticles as melamine sensors showed that modified gold nanoparticle can be used to detected melamine at a concentration around 0,1-100 ppm, it was marked with a color change with absorbance shift were measured by a UV-Vis spectrophotometer.

Keywords: Gold nanoparticle, leaf bilimbi, TMT, melamine, characterization.

PENDAHULUAN

Selama satu dekade terakhir ini, penelitian di bidang nanopartikel menjadi topik yang sangat populer. Hal ini disebabkan oleh manfaat dan dampaknya yang sangat luas dalam kehidupan manusia. Manfaat dan aplikasi nanopartikel saat ini telah berkembang di berbagai bidang, antara lain di bidang lingkungan, biomedis, kesehatan, pertanian dan pangan, serta energi (Tzusuki, 2009).

Nanopartikel logam yang paling banyak diteliti adalah nanopartikel emas, karena memiliki karakteristik yang unik yaitu memiliki serapan pada panjang gelombang daerah *visible* yang dapat digunakan sebagai sensor kolorimetrik (Kumar dkk, 2016). Metode sensor kolorimetrik berdasarkan atas agregasi nanopartikel emas dengan target, yang mengakibatkan terjadinya pergeseran plasmon yang akan menyebabkan perubahan warna yang dapat dilihat dengan mata (Wikantyasning, 2015).

Pada umumnya, preparasi nanopartikel dilakukan dengan cara fotokimia, sonokimia, dan cara lainnya (Abdullah dkk, 2008). Akan tetapi cara yang sangat populer karena alasan faktor kemudahan, biaya yang relatif lebih murah serta kemungkinan untuk diproduksi dalam skala besar adalah dengan cara reduksi kimia. Prinsip biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel ialah memanfaatkan tumbuhan sebagai agen pereduksi (Lu dan Chou, 2008). Metode ini menjadi alternatif produksi nanopartikel yang ramah lingkungan karena mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan yang berbahaya. Penggunaan tumbuhan dalam proses sintesis ialah dengan memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam makhluk hidup. Terutama kandungan senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid flavonoid dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan (Shankar dkk., 2004). Jenis tumbuhan yang mengandung bahan reduktor ini cukup melimpah dan mudah didapatkan di wilayah Indonesia.

Salah satu tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi adalah daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) tanaman ini memiliki khasiat untuk pengobatan diabetes melitus, zat aktif yang biasa didapatkan pada daun belimbing wuluh antara lain adalah saponin dan tanin (Lestari, 2016). Berdasarkan penelitian oleh (Malangngi dkk, 2012) tanin memiliki efek antioksidan yang kuat. Oleh karena itu, daun belimbing wuluh berpotensi untuk digunakan sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel.

Umumnya, nanopartikel tidak stabil karena memiliki energi permukaan yang tinggi dan menimbulkan agregasi sehingga perlu distabilisasi, stabilisasi memegang peranan yang sangat penting ketika akan dikarakterisasi dan diaplikasikan dalam suatu produk (Aryal dkk, 2006). Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi NpAu dengan menggunakan ligan 2,4,6-tritriol-1,3,5-triazin (TMT). Pemilihan ligan ini didasarkan pada keberadaan 3 gugus (-SH) yang berpotensi dalam menjaga kestabilan nanopartikel emas (Li dkk, 2009), dan ligan tersebut mempunyai atom hidrogen pada sisi aktifnya yang berpotensi untuk mengadakan interaksi hidrogen dengan target (Rakhmania, 2012).

Nanopartikel yang dihasilkan akan dijadikan sebagai sensor kolorimetrik keberadaan melamin, dimana melamin menjadi zat pencemar dalam beberapa produk makanan. Kontaminan melamin telah terdapat pada produk seperti yogurt, biskuit, permen, dan minuman kopi (WHO, 2008). Melamin menjadi perhatian di Hongkong karena adanya kasus kematian pada anak-anak yang mengkonsumsi melamin yang terdapat pada susu (Du, 2008). Di Italia ditemukan kontaminan melamin pada produk ikan, sedangkan di Amerika Serikat, Kanada dan Afrika ditemukan dalam produk makanan hewan yang diimpor dari Cina sehingga banyak anjing dan kucing yang mati karena gagal ginjal (Hau dkk, 2009).

Melamin merupakan bahan kimia industri yang digunakan bersama formaldehid untuk memproduksi resin melamin, yang digunakan untuk laminasi, lem, perekat, dan plastik (Chan dkk, 2008). Karena tingginya angka nitrogen dalam melamin (66% massa), menyebabkan melamin secara ilegal ditambahkan kedalam susu untuk membuat susu seolah kaya nitrogen, hal ini dilakukan karena analisa kadar protein yang menggunakan metode Kjeldahl dimana pengukurannya didasarkan pada total nitrogen yang ada (Li dkk, 2010).

Selama ini metode analisis dan identifikasi senyawa melamin menggunakan kromatografi gas (GC/MS), kromatografi cair (LC/MS), dan elektroforesis kapiler (Kumar dkk, 2016). Metode-metode tersebut membutuhkan waktu dan peralatan yang kurang praktis dan instrumentasi yang mahal. Oleh karena itu, digunakan sensor kolorimetri nanopartikel emas yang dapat langsung digunakan dilapangan, tanpa perlu melakukan pelatihan khusus untuk mendeteksi melamin (Wang dkk, 2010).

Mengacu pada beberapa penelitian terkait maka dilakukan sintesis nanopartikel emas dengan cara reduksi kimia menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai bioreduktor dan menggunakan TMT sebagai penstabil dan juga berperan sebagai ligan yang akan mendeteksi secara kolorimetri keberadaan melamin.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Emas 24 K, daun belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi* L), serbuk 2,4,6-tritriol-1,3,5-triazin 95%, serbuk melamin 99%, HCl p.a, HNO₃ p.a, metanol p.a, akuabides, kertas saring Whatman nomor 42, kertas pH, dan aluminium foil (Klinpak).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer, gelas

kimia, batang pengaduk, penyaring *buchner*, labu ukur, pipet tetes, pipet volume, neraca analitik, stirrer, multistirrer, *magnetic stirrer*, *hot plate*, botol-botol kecil, tabung sentrifius, sentrifius (MX-305), peralatan keperluan analisis seperti: spektrofotometer UV-Vis 2600 Series (Shimadzu), *Fourier Transform Infra Red IRPrestige-21* (Shimadzu), *X-Ray Diffraction Rigaku MiniFlex X-Ray Diffraction* (Maxima) dan *Particle Size Analyzer* (Horiba).

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan Tempat Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel daun belimbing wuluh berasal dari sumber lokal yang diambil disekitar perumahan warga di daerah Bumi Tamalanrea Permai Blok K, Makassar.

Waktu dan Tempat Analisis

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar, pada bulan April-September 2016. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar, Laboratorium Bioteknologi Terpadu Jurusan Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, dan Pusat Penelitian Kimia LIPI, Tangerang Selatan.

Prosedur Kerja

Pembuatan Larutan induk HAuCl₄ 0,25 mM (Lestari, 2012).

Larutan HAuCl₄ 0,5 mM dibuat dengan menimbang emas sebanyak 0,0493 g yang dilarutkan dengan campuran pelarut HCl p.a dengan HNO₃ p.a dengan perbandingan 3:1 (HCl:HNO₃) dan dibantu dengan pemanasan sampai tidak ada logam yang tersisa. Kemudian larutan diencerkan dengan akuabides dalam labu ukur 500 mL, dan dihomogenkan. Larutan HAuCl₄ 0,5 mM dipipet sebanyak 125 mL

ke dalam labu ukur 250 mL, ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan. Selanjutnya larutan HAuCl_4 0,25 mM siap digunakan.

Pembuatan Larutan TMT 0,1 mM (Rakhmania, 2012).

Larutan 2,4,6-tritio-1,3,5-triazin 0,1 mM dibuat dengan cara menimbang serbuk 2,4,6-tritio-1,3,5-triazin sebanyak 0,0177 gram dan dilarutkan dengan metanol p.a dalam labu ukur 100 mL dan dihomogenkan.

Pembuatan Larutan Melamin 1000-0,1 ppm (Lestari, 2012).

Larutan melamin 1000 ppm dibuat dengan cara menimbang serbuk melamin sebanyak 0,1000 gram dan dilarutkan dengan akuabides dalam labu ukur 100 mL dan di homogenkan. Larutan melamin diencerkan dari konsentrasi besar ke kecil dengan variasi konsentrasi sampai 0,1 ppm.

Pembuatan Larutan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (Bakir, 2011).

Daun belimbing wuluh muda dipetik kemudian dibilas dengan air hingga bersih, kemudian daun dikeringkan, dibiarkan selama 3 jam, kemudian daun dihaluskan dengan menggunakan blender. Daun belimbing wuluh kemudian ditimbang sebanyak 10 gram dan direbus dengan akuabides 50 mL di dalam erlenmeyer 250 mL, selanjutnya dididihkan selama 5 menit kemudian didinginkan sampai mencapai suhu ruang, disaring menggunakan kertas saring Whatman no 42.

Sintesis Nanopartikel Emas

Sebanyak 25 mL larutan HAuCl_4 0,25 mM dimasukkan kedalam gelas kimia 100 mL kemudian ditambahkan 1 mL ekstrak daun belimbing wuluh. Kemudian dikarakterisasi larutan campuran berupa warna, spektrum serapan UV-Vis dan pH setelah pencampuran pada waktu ke 30 menit, 90 menit, 180 menit, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 7 hari.

Setelah mencapai waktu optimum, larutan kemudian disentrifius untuk mendapatkan endapan nanopartikel yang selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 80 °C. Produk yang telah kering kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR.

Modifikasi Nanopartikel Emas dengan 2,4,6-Tritio-1,3,5-Triazin

Sebanyak 25 mL larutan HAuCl_4 0,25 mM dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL sambil di aduk dengan menggunakan stirrer, kemudian ditambahkan 1 mL ekstrak daun belimbing wuluh dan 1 ml larutan 2,4,6-tritio-1,3,5-triazin 0,1 mM. Larutan campuran dikarakterisasi berupa warna, spektrum serapan UV-Vis dan pH, setelah pencampuran pada waktu ke 30 menit, 90 menit, 180 menit, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 7 hari. Setelah mencapai waktu optimum, larutan dikarakterisasi dengan PSA, kemudian larutan disentrifius untuk mendapatkan endapan nanopartikel yang selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 80 °C. Produk yang telah kering kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD.

Deteksi Kolorimetri Melamin

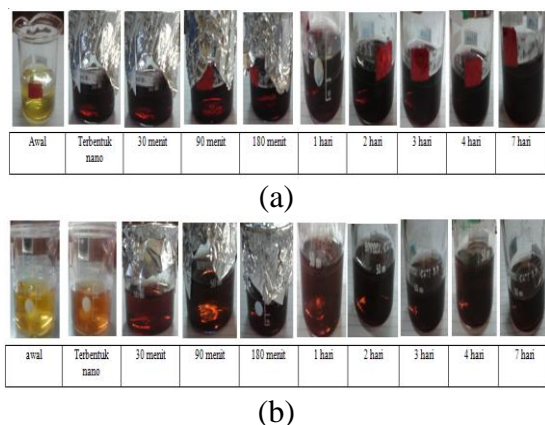
Melamin sebanyak 2 mL dipipet dengan variasi konsentrasi 1000, 100, 10, 1, 0,1 ppm kedalam erlenmeyer 100 mL, ditambahkan sebanyak 3 mL larutan nanopartikel emas termodifikasi. Perubahan warna larutan yang terjadi kemudian diamati. Kemudian absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Nanopartikel Emas

Karakterisasi Warna

Karakterisasi warna dilakukan untuk mengetahui pembentukan nanopartikel emas. Sampel A (tanpa TMT) dan sampel B (modifikasi TMT) dikarakterisasi dengan mengamati perubahan warna mulai dari waktu pembuatan sampai 7 hari seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. karakterisasi warna (a) nanopartikel emas, (b) nanopartikel (Modifikasi TMT)

Sampel A berubah warna dari semula berwarna kuning muda menjadi merah setelah 30 menit, perubahan ini menunjukkan proses reduksi ion emas, sehingga terbentuk nanopartikel emas (Hafid, 2015). Setelah 2 hari warna berubah menjadi merah keunguan, proses perubahan warna yang terjadi pada sampel A dari waktu ke waktu sangatlah cepat.

Sampel B memiliki warna yang semula sama dengan sampel A, yakni berwarna kuning muda, pada waktu 30 menit juga telah mengalami perubahan warna menjadi merah (lebih muda), namun dari hari ke hari sampai pada waktu 7 hari perubahan warna dari larutan tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini disebabkan karena atom sulfida dari 2,4,6-Trithiol-1,3,5-Tiazin (TMT) yang menempel pada permukaan emas sehingga teradsorpsi di permukaan emas membentuk suatu lapisan tipis, kehadiran lapisan tersebut disamping menghentikan pertumbuhan ukuran partikel lebih lanjut, juga menghindari penggumpalan partikel membentuk agregat yang lebih besar sehingga larutan koloid emas tetap stabil dalam jangka waktu yang lama (Abdullah, 2008).

Karakterisasi dengan UV-Vis Pembentukan Nanopartikel Emas

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengonfirmasi terbentuknya nanopartikel. Pengukuran dimulai dengan mengukur panjang

gelombang maksimum larutan ekstrak daun belimbing, larutan HAuCl_4 0,25 mM dan larutan TMT 0,1 mM. berdasarkan spektrum UV-Vis (Gambar 12) ekstrak daun belimbing menyerap energi pada panjang gelombang maximum 215,50-326 nm, TMT 0,1 mM pada panjang gelombang maximum 209,50-454,50 nm dan HAuCl_4 0,25 mM pada panjang gelombang maximum 313 nm.

Kestabilan Nanopartikel Emas

Pengamatan kestabilan nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan fungsi waktu. Hasil pengamatan diperlihatkan pada Gambar 13. Spektrum UV-Vis pada sampel A memperlihatkan bahwa, seiring bertambahnya waktu terjadi kecenderungan pergeseran ke panjang gelombang yang lebih besar. Kemudian terjadi peningkatan absorbansi yang signifikan dari 30 menit sampai 24 jam, namun setelah 24 jam terjadi penurunan absorbansi, hal ini menunjukkan mulai terbentuknya kluster yang lebih besar akibat mulainya beragregasi.

Hasil pengukuran menggunakan UV-Vis pada sampel B memperlihatkan bahwa dari menit ke 30 sampai 1 hari terjadi pergeseran λ_{maks} sebesar 5 nm. Pada waktu 1 hari hingga 2 hari nanopartikel emas cenderung stabil, dengan tidak ada pergeseran λ_{maks} dan berada pada λ_{maks} 533,50 nm.

Karakterisasi dengan FT-IR

Analisis menggunakan FTIR dilakukan untuk menentukan gugus fungsi dari ekstrak daun belimbing dan nanopartikel emas dimana sebelum dan sesudah terjadi proses reduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 .

Serapan pada bilangan gelombang 3410 cm^{-1} terlihat pada spektrum IR ekstrak daun belimbing. Serapan tersebut menunjukkan serapan khas dari gugus $-\text{OH}$ dengan pita yang melebar dan kuat.

Gugus C-H alifatik pada bilangan gelombang 2924 cm^{-1} , gugus C=O dengan puncak tajam pada bilangan gelombang 1714 cm^{-1} dan gugus C-O pada bilangan gelombang 1055 cm^{-1} . Sedangkan pada spektrum IR dari nanopartikel emas hasil reduksi menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang 3379 cm^{-1} , 2916 cm^{-1} , 1766 cm^{-1} , 1047 cm^{-1} yang menunjukkan gugus -OH, C-H alifatik, gugus C=O dan C-O. Pergeseran bilangan gelombang terlihat jelas antara ekstrak daun belimbing dan nanopartikel emas. Pergeseran bilangan gelombang menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara gugus fungsi dengan nanopartikel emas.

Gugus yang terkandung pada ekstrak daun belimbing wuluh seperti pada gugus yang dimiliki oleh senyawa tanin. Analisis ekstrak daun menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3410 cm^{-1} yang menunjukkan serapan gugus -OH, sedangkan pada bilangan gelombang $1600\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan yang spesifik gugus fungsi tetrasubstitusi, C=O, aromatik dan C-O pada bilangan gelombang 1714 cm^{-1} , 1411 cm^{-1} dan 1055 cm^{-1} .

Senyawa tanin jika dianalisis dengan spektrofotometri IR akan mempunyai serapan yang spesifik, yaitu serapan lebar antara $3500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ akibat rentangan dari O-H, C=O keton pada $1725\text{--}1705\text{ cm}^{-1}$ (Sastrohamidjojo, 1991). Senyawa aromatik mempunyai serapan di daerah frekuensi $1404\text{--}1515\text{ cm}^{-1}$, dan serapan C-O 1058 cm^{-1} (Sa'adah, 2010), sehingga dapat diasumsikan senyawa tanin dalam ekstrak daun belimbing yang berperan dalam reduksi ion logam.

Karakterisasi dengan PSA

Penentuan distribusi ukuran nanopartikel dilakukan dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* yang dianalisis pada saat nanopartikel berumur 4 hari karena proses pengiriman sampel, sehingga mengakibatkan hasil ukuran

nanopartikel besar dikarenakan proses agregasi yang terjadi.

hasil pengukuran menggunakan PSA, hal ini mengindikasikan keheterogenan ukuran partikel, adapun ukuran rata-rata yang diperoleh yaitu $1899,1\text{ nm}$ dengan PI sebesar 0,734. Menurut (Matutu, 2015) Semakin kecil nilai PI maka distribusi ukuran partikel semakin baik karena nilai PI memperlihatkan distribusi ukuran nanopartikel yang terdispersi pada nanopartikel emas, hal ini memperlihatkan ketidakhomogenan ukuran partikel, berdasarkan pengamatan PSA mengindikasikan nanopartikel emas mendekat satu sama lain dan beragregasi.

Karakterisasi dengan XRD

Karakterisasi XRD bertujuan untuk mendapatkan informasi derajat kristanilitas (penentuan struktur Kristal-amorf) dari suatu sampel. Gambar 17 menunjukkan puncak-puncak pola difraksi nanopartikel sampel B, yang ditunjukkan pada nilai 2θ yaitu $37,8$; $44,0$; dan $64,4$ dengan nilai FWHM $0,2083$; $2,0540$; dan $0,1971$ dengan indeks miller $\{111\}$, $\{200\}$, dan $\{202\}$. Indeks Miller merupakan bidang kisi kristal $\{hkl\}$ yang menyatakan sistem kristal suatu material. Sistem kristal dari nanopartikel emas ialah kubik. Data tersebut telah dibandingkan dengan data *Crystallographic Information File* (CIF) dan diperoleh bahwa puncak tersebut menunjukkan keberadaan dari nanopartikel emas.

Aplikasi Nanopartikel Emas sebagai Sensor Melamin

Pengujian larutan nanopartikel emas (modifikasi TMT) terhadap larutan analit (melamin) memberikan perubahan warna yang nanopartikel emas (merah pekat) menjadi merah seulas, berdasarkan pada hasil tersebut dapat diartikan bahwa nanopartikel emas (modifikasi TMT) selektif terhadap melamin. Perubahan warna terjadi karena adanya agregasi antara nanopartikel emas dengan analit (Nafia, 2012).

Pada konsentrasi 0,1 ppm masih terlihat adanya puncak pada panjang gelombang 500-550 nm, namun absorbansi lebih rendah dibandingkan larutan nanopartikel emas saja. Hal ini mengindikasikan pada penambahan 0,1 ppm melamin telah terjadi agregasi. Kemudian pada konsentrasi 0,1 ppm absorbansinya lebih tinggi dibandingkan pada konsentrasi 1 ppm sampai 100 ppm, hal ini disebabkan agregasi nanopartikel emas dengan melamin yang terjadi tidak sebanyak pada konsentrasi 1 ppm sampai 100 ppm. Pada konsentrasi 1000 ppm tidak terlihat adanya puncak absorbansi pada panjang gelombang 500-550 nm, hal ini dikarenakan terjadinya agregasi nanopartikel emas yang menyebabkan pergeseran LSPR serta pelebaran puncak absorbansi.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu: Waktu optimum sintesis nanopartikel emas yaitu pada waktu ke-24 jam dan nanopartikel emas (Penambahan TMT) pada waktu ke-48 jam. Semakin bertambahnya waktu menyebabkan nanopartikel mengalami aglomerasi. Ukuran nanopartikel emas dipengaruhi oleh penambahan TMT, dengan adanya TMT yang dapat menstabilkan ukuran partikel sehingga tidak mudah beraglomerasi membentuk ukuran partikel yang semakin besar. Berdasarkan hasil analisis UV-Vis, terbentuknya nanopartikel ditandai dengan serapan pada panjang gelombang 533,50 nm dan 528 nm untuk nanopartikel emas (Penambahan TMT). Hasil analisis menggunakan PSA menunjukkan ukuran rata-rata nanopartikel emas (Penambahan TMT) yaitu 1899,1 nm, dan hasil analisis menggunakan XRD menunjukkan pola difraksi pada nilai 2θ yaitu 37,8; 44,0; dan 64,4 yang menunjukkan keberadaan nanopartikel emas. Nanopartikel emas (Penambahan TMT) yang dihasilkan memiliki sensitifitas terhadap larutan analit melamin pada konsentrasi antara

0,1-100 ppm. Oleh sebab itu, potensi nanopartikel emas sebagai pendeteksi melamin secara kolorimteri sangatlah besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Yudistira, V., Nirmin., dan Khairurrijal, 2008, Review: Sintesis Nanomaterial, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, **2**(1): 33-57.
- Ahmad, T., 2014, Reviewing the Tannic Acid Mediated Synthesis of Metal Nanoparticles, *Journal of Nanotechnology*, **2014**: 1-12.
- Amiruddin, M.A, dan Taufikurohmah, T., 2013, Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Menggunakan Matriks Bentonit sebagai Material Antiaging dalam Kosmetik, *UNESA J. Chem*, **2**(1): 65-71.
- Ariyanta, H.A., Wahyuni S., dan Priatmoko, S., 2014, Preparasi Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Infeksi, *Indonesian Journal Of Science*, **3**(1).
- Aryal, S.R., Dharmara, C.N., Bhattarai, N., Hun, C.K., dan Yong, H.K., 2006, Spectroscopic Identification Of S-Au Interaction In Cysteine Capped Gold Nanoparticles, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **63**(1): 160-163.
- Atkins, P.W., 1997, Physical Chemistry 6th edition, Oxford University Press, UK.
- Bakir., 2011, *Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (Diospyros blancoi) Untuk Deteksi Ion Tembaga(II) dengan Metode Kolorimetri*, Skripsi Diterbitkan, Universitas Indonesia, Depok.
- Candra, S., 2012, *Pengaruh Pemberian Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Blimbi L.) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah*

- Tikus Wistar Yang Diinduksi Aloksan*, Skripsi Diterbitkan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Caro C., Paula, M.C., Rebecca, K., David, P., dan Ana P.Z., 2010, *Silver Nanoparticle Sensing and Imaging Applications*, University of Seville-UPO-Junta de Andalucia, Spain.
- Chai, F., Chungang, W., Tingting, W., Zhangfang, M., dan Zhongming, S., 2010, L-Cystein Functionalized Gold Nanoparticle For Colorimetric Detection of Hg^{2+} induced by Ultraviolet Light, *Nanotechnology*, **21**: 1-6.
- Chan, E.Y., Griffiths, S.M., dan Chan, C.W., 2008, Public-Health Risks Of Melamine In Milkproducts, *International Pediatric Association*, **372**: 1444–1445.
- Chandran, S.P., Minakshi, C., Renu, P., Absar, A., dan Murali, S., 2006, Synthesis of Gold Nanotriangles and Silver Nanoparticles Using Aloe Vera Plant Extract, *Biotechnol. Prog*, **22**: 577-583.
- Cotton, F.A., dan Wilkinson, G., 2009, *Kimia Anorganik Dasar*, UI Press, Jakarta.
- Du, G., 2008, *Milk Powder Sent For Testing After Dozens Of Babies Get Sick, Window of China*, Xinhua News.
- Elumalai, E., Prasad, T., Nagajyothio, P., David, E., 2011, A bird's eye view on Biogenic Silver nanoparticles and their applications, *Der Chemica Sinica*, **2**(2): 88-97.
- Fachruddin, L., 1997, *Teknologi Tepat Guna Membuat Aneka Selai*, Kanisius, Yogyakarta.
- Hafid, S., 2015, Pemanfaatan Fraksi Etil Asetat Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Bioreduktor Dalam Sintesis Nanopartikel Emas Dan Analisis Sifat Antibakterinya, Skripsi diterbitkan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Halimtenker, M., 2006, *Studi pembentukan nanopartikel logam yang termodifikasi dengan asam 3- merkaptopropanoat dan sistein sebagai sensor ion logam*, Skripsi diterbitkan, Universitas Indonesia, Depok.
- Hayati, E.K, Jannah, A. dan Fasya, A.G. 2010. *Aktivitas Antibakteri Komponen Tanin Ekstrak Daun Blimbing Wuluh (Averrhoa Billimbi L) Sebagai Pengawet Alami*. Skripsi diterbitkan, Universitas Islam Negeri, Malang.
- Hau A.K., Tze, H.K., dan Philip, K.T., 2009, Melamine Toxicity and the Kidney, *J Am Soc Nephrol*, **20**: 245–250.
- Henke, 2001, *Chemistry of 2,4,6-Trimercapto-1,3,5-triazine (TMT): Acid Dissociation Constant and Group 2 Complexes*, *Inorg Chem*, **40**: 4443.
- Indriati, N., 2012, Imobilisasi Nano Au pada Zeolit Alam Serta Modifikasinya dengan Asam 11-Merkapto Undekanoat dan L-Sistein untuk Adsorpsi Ion Logam Berat, Skripsi diterbitkan, Universitas Indonesia, Depok.
- Irvina, F.W.H., Danik, W.A., Fatimah, 2009, *X-Ray Diffractometer (XRD)*, Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Khomsan, A., 2009, *Rahasia Sehat dengan Makanan Berkhasiat*, Kompas, Jakarta.